Hautrötung und Wärmeleitfähigkeit der Haut in CO_2-Sprühbädern verschiedener Temperatur

Peter Rossmüller

1972

AUS DEM INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE BALNEOLOGIE UND KLIMATOLOGIE
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN UND DEM INSTITUT
POLIKLINIK FÜR PHYSIKALISCHE THERAPIE UND RÖNTGENOLOGIE
Direktor: Professor Dr. med. J. Lissner

Hautrötung und Wärmeleitfähigkeit der Haut in CO_2 - Sprühbädern verschiedener Temperatur

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Peter Rossmüller
aus Heiligblut

München 1971

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Berichterstatter:	Prof. Dr. med. H. Drexel und Dipl. Phys. K. Dirnagl
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. med. J. Lissner
Dekan:	Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündl. Prüfung: 7.3.1972

DISSERTATIONS – und FOTODRUCK FRANK oHG
8000 München 2 · Gabelsbergerstr. 15 · Tel.: 2 80 90 90

Inhaltsübersicht

	Seite
Einleitung	1
Literaturübersicht	2
Vorversuche	6
Versuchs-Personenauswahl	9
Apparatur	9
Versuchsanordnung	11
Versuchsverlauf	11
Untersuchungsergebnisse	12
1. Wärmeleitfähigkeit	12
2. Hautrötung	19
Diskussion	26
Zusammenfassung	31
Literaturverzeichnis	33

E I N L E I T U N G

Ein wichtiges Gebiet in unseren heutigen medizinischen Heilverfahren nimmt die physikalische Therapie ein. Die Balneotherapie, ein Teilgebiet aus diesem Rahmen hat, seit sie auf wissenschaftlich fundierten Grundlagen betrieben wird, große Bedeutung erlangt. Dienten in den vergangenen Jahrhunderten Bäder hauptsächlich dem allgemeinen Wohlbefinden des Menschen, so haben sich heute für jede einzelne Bäderart besondere Indikationen herauskristallisiert. Die Balneotherapie mit Kohlensäurewässern wird heute hauptsächlich bei Herz- und Kreislauferkrankungen und peripheren Durchblutungsstörungen angewandt. Die bekanntesten Bäderformen waren bisher das Wasser- und das Gasbad. Dazu wurde von DIRNAGL, FICK und SCHNEIDER für die Bad Wiesseer Jod- und Schwefelquellen eine neue Badeform, nämlich das Sprühbad entwickelt. Die Vorteile dieser Badeform gegenüber dem Vollbad sind die verminderte Kreislaufbelastung durch Ausschaltung des hydrostatischen Druckes und die erhöhte CO_2-Konzentration im Hautbereich des Patienten. DIRNAGL, FICK und SCHNEIDER maßen die Resorption von radioaktiven Isotopen im Sprühbad und im Wasserbad. Die gemessenen Resorptionszahlen waren im Sprühbad etwa fünfmal höher als im Wasserbad. Ebenso führt eine erhöhte CO_2-Konzentration im Hautbereich zu einer verstärkten Resorption.

Als nach außen sichtbares Zeichen eines Sprühbades mit Kohlensäure genügend hoher Konzentration tritt eine deutliche Hautrötung (Tolle) auf.

Im Balneologischen Institut München führten wir nun Versuche durch um nachzuweisen, ob sich Hautrötung und Wärmeleitfähigkeit der Haut in CO_2-Sprühbädern verschiedener Temperatur ändern.

Literaturübersicht

Zu den ersten Autoren, die über die im Kohlensäurebad auftretende Hautrötung berichteten, gehört BODE (1845) "Oberhaut in und nach dem Bade ist turgescierend, samtartig und gerötet". Von GRAEFE (1842) berichtet, daß die Haut in kohlensäurereichen Wasserbädern "neben einer erhöhten Wärmeempfindung zunehmend an Röte gewinnt". Weitere Autoren, die über die im Kohlensäurebad auftretende Hautrötung berichten, sind GRÄUPNER (1896) und GLAX (1897), die erstmals versuchen, für die Hautrötung im Kohlensäurebad eine Erklärung zu finden; sie führen sie auf eine spezifisch-mechanische Wirkung durch Kohlensäurebläschen zurück. "Im CO_2-Solbad handelt es sich um eine mechanische Erregung der Wärmenerven. Der mechanische Reiz wirkt des weiteren auch auf die Kapillaren; er verengt dieselben rasch, um alsdann dieselben zu erweitern" (GRÄUPNER). MUNK (1913) bezeichnet das im Kohlensäurebad auftretende Wärmegefühl und die Hauthyperämie als eine lokalisierte, chemische Reizwirkung des CO_2-Gases. ROTUREAU (1856) führt die Hautrötung vor allem darauf zurück, daß "der Blutumlauf in den Haargefäßen merklich vermehrt ist". Ein weiterer Autor, dem im Kohlensäurebad auftretende Hautrötung und das eigentümliche Wärmegefühl auffiel, war PIDERIT (1836). Er schilderte, daß Kohlensäurebäder von 29 bis 30° C so warm wie gewöhnliche Wasserbäder von 32 bis 34° C empfunden wurden. Seiner Meinung nach dringt Kohlensäuregas in die Haut ein. GOLLWIZER-MEIER (1934) schreibt in ihrer Arbeit: "Von den Hautreaktionen im Bad werden die Wirkungen der Bäder maßgebend bestimmt." Die Hautrötung ist für sie das auffälligste Symptom im Kohlensäurebad und sie hält es für eine Folge der gesteigerten arteriellen und kapillaren Durchblutung, die einhergeht mit vermehrter Durchtränkung der Haut und die ihrerseits geeignet ist, die Wärmeleitung zu verbessern. Ein weite-

rer Autor, der ähnlich berichtet, ist MUNK (1910). Hyperämie entsteht seiner Meinung nach auf perkutanem Weg durch spezifisch-chemische Wirkungen des Kohlensäurebades. BRUNS und KÖNIG (1920), BENATT (1931), HIRSCH (1927), BENATT und HÖNIGHAUS (1934) haben mit Hilfe der Kapillarmikroskopie übereinstimmend festgestellt, daß die Blutströmung in den Kapillaren während der Kohlensäurebäder rascher wird und die Zahl der sichtbaren Kapillarschlingen sich deutlich vermehrt. SCHNELLE (1957) hat bei CO_2-Gasbädern Hauttemperaturmessungen vorgenommen und ist zu folgendem Schluß gekommen: "Die Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß es während der CO_2-Gasbäder und in Abhängigkeit von deren Gasvolumengehalt zu einer stärkeren Durchblutung der Haut mit der Eröffnung der kleinen Blutgefäße, der Kapillaren und auch der arteriovenösen Anastomosen kommt. Gegenregulatorisch werden wahrscheinlich die Blutdepots entspeichert und die zirkulierende Blutmenge nimmt damit zu.

Bei der Frage, ob nun die vermehrte Hautrötung und Wärmeleitung der Haut durch eine vermehrte Blutfülle oder durch eine vermehrte Blutzirkulation in der Haut bedingt ist, findet man in der Literatur gegensätzliche Ansichten. HIRSCHFELD (1912/13), STRASSBURGER (1914), MEYER (1915) und HEDIGER (1926) machten folgende Versuche: Sie setzten eine Extremität einem Kohlensäurevollbad aus und stellten mit plethysmographischen Methoden fest, daß in der gebadeten Extremität eine deutliche Blutvermehrung auftrat. Andere Autoren, wie O. MÜLLER und VEIEL (1911), E. WEBER (1938) haben bei demselben Versuch entweder keine Veränderung oder Volumabnahme der gebadeten Extremität gesehen. H. D. HENSCHEL (1967) ist in seiner Arbeit über die Hautrötung im Kohlensäurebad zu dem Schluß gekommen, "daß das leicht perkutan resorbierte CO_2-Gas selbst auf die terminalen und präterminalen Arteriolen einwirkt und dabei den Tonus ihrer glatten Muskulatur mindert."

H. HILLE (1966) hat Aussagen über die erforderlichen CO_2-Konzentrationen in Kohlensäurebädern gemacht. Im Kohlensäurebad betrug die Schwellenkonzentration von CO_2, bei der erstmals Hyperämie und subjektives Wärmeempfinden beobachtet wurden, 150 mg/l. Bei einer Konzentration von 480 mg CO_2/l trat regelmäßig Hyperämie und subjektives Wärmeempfinden auf. Im mikroskopischen Kapillarbild entdeckte er raschere Blutströmung. In der ähnlichen Größenordnung lagen die von HENTSCHEL auf dem Kongreß der Deutschen Gesellschaft für physikalische Medizin 1961 geschilderten Konzentrationsverhältnisse. Er konnte mit 200 bis 400 mg freier gelöster Kohlensäure/kg Wasser noch eine Hautrötung auslösen. Die in den Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen geforderte Mindestkonzentration von 1 g gelöste, freie Kohlensäure/kg Wasser liegt also erheblich über der Schwellenkonzentration. WITZLEB, HILLE und BUHR verneinen eine therapeutische Bedeutung dieser Übersättigung. TOLLE, DIRNAGL und DREXEL ermittelten in Kohlensäuregasbädern eine notwendige Schwellenkonzentration von 30 - 40 Vol% CO_2. Bei feuchter Haut kommt es bereits bei 30 Vol% CO_2 zu einer Hautrötung, bei trockener Haut bei 40 Vol% CO_2.

Bisher wurden von HILLE, BAUM und HERTLEIN und von SCHEIDEMANTEL Kreislaufuntersuchungen im Kohlensäure-Sprühbad durchgeführt. Es wurde in diesen Arbeiten nichts über eine auftretende Hautrötung berichtet. Bei der Untersuchung der Kreislaufwerte kamen HILLE, BAUM und HERTLEIN zu folgenden Ergebnissen:

"1. Während des Kohlensäure-Sprühbades sinkt die Pulsfrequenz und der Blutdruck ab. Ähnliche Reaktionen werden jedoch auch während des gleichtemperierten Leitungswasser-Sprühbades beobachtet.
2. Nach Beendigung der Bäder sinkt die Pulsfrequenz in beiden Fällen noch stärker ab und überschreitet im Gegensatz zu den Befunden nach konventionellen CO_2-Bädern auch während des Ergometertestes nicht die Werte der Vergleichspersonen.

3. Das Kohlensäure-Sprühbad unterscheidet sich in seiner Kreislaufwirkung vom einfachen CO_2-Wasserbad."

SCHEIDEMANTEL konnte in seiner Arbeit keine nennenswerten Änderungen der Kreislaufgrößen feststellen.

Fragestellung:

Bisher wurde von mehreren Autoren als Nebenbefund nach Kohlensäurevoll- und Sprühbädern die auftretende Hautrötung geschildert (DREXEL, TOLLE, HENTSCHEL). ECKERVOGT sieht die Hautrötung als Folge einer gesteigerten arteriellen und kapillaren Durchblutung, die einhergeht mit einer vermehrten Durchtränkung der Haut und die ihrerseits geeignet ist, die Wärmeleitung der Haut zu verbessern.

Das Ziel dieser Arbeit war es zu klären, ob Kohlensäuresprühbäder verschiedener Temperaturen zu unterschiedlicher Hautrötung und Wärmeleitung führen.

VORVERSUCHE

Zur Messung der Wärmeleitung diente ein 2-Plattenelement nach HENSEL (Abb.a). Es besteht aus Kunststoff in Form einer niedrigen Scheibe mit Boden und Deckel. Der Außendurchmesser beträgt 18 mm, die Gesamthöhe 2,6 mm. In den Boden sind zwei runde Platten aus Feingold von 4 mm Durchmesser und 1 mm Höhe und einem Mittelpunktabstand von 6 mm wasserdicht eingelassen. Die Unterseite der Meßfläche, die völlig eben mit den Kontaktplatten abschneidet, ist plangeschliffen und poliert. Die eine Kontaktplatte enthält eine Heizwicklung, die bei diesem Versuch mit einer Stromstärke von 420 mA aufgeheizt wurde. Beide Kontaktplatten enthalten je drei Bohrungen, welche die mit Araldit isolierten Lötstellen einer Kupfer-Konstantan-Thermobatterie aufnehmen. Die von der geheizten Kontaktplatte abströmende Wärme, die entsprechend der Änderung der Wärmeleitfähigkeit der Haut kleiner oder größer ist, wurde durch diese Thermobatterie gemessen. An einem Galvanometer wurde die Änderung der Wärmeleitfähigkeit direkt in Skalenteilen abgelesen, das andere Galvanometer war ein Spiegelgalvanometer, dessen Lichtstrahlen auf einer vorbeilaufenden Filmrolle aufgezeichnet wurden. Das 2-Plattenelement wurde mittels wasserdichtem Leukoplast am Rumpf im Epigastrium befestigt(Abb. b).

Zur Messung der Hautrötung wurde eine Apparatur entwickelt, die möglichst unabhängig vom Pigmentgehalt der Haut eines jeden Probanden die Änderung der Hautrötung messen konnte. Nach H. PFLEIDERER stellt nämlich das Pigment bei der quantitativen Bestimmung von Erythemen die unangenehmste Fehlerquelle dar. Der Einfluß des Pigments erstreckt sich über das gesamte sichtbare Reflektionsspektrum. Weite Teile dieses Grundspektrums sind überlagert von den Haemoglobinbanden des Blutes, und zwar sowohl des Oxy-Hb, als auch des reduzierten Hb. Die stärksten

Banden liegen im Bereich um 550 nm. Dort liegt somit ohne Zweifel der geeignete Meßpunkt zur Erfassung des Erythemgrades. Für die Apparatur diente somit am besten ein Grünfilter in diesem Bereich. Die Apparatur (Abb.c) bestand aus einem Photoelement, das an ein Galvanometer angeschlossen war. Das Photoelement setzte sich zusammen aus einer Lichtquelle und einer Selenzelle. Der Lichtquelle wurde der entsprechende Grünfilter im Bereich von 550 nm vorgeschaltet. Andere Grünfilter ergaben bei Vorversuchen eine geringere Differenz zwischen normaler Hautrötung und Hautrötung nach dem CO_2-Bad.

P_1 geheizte Platte
P_2 ungeheizte Platte

Abb. a Maßstab 1:1

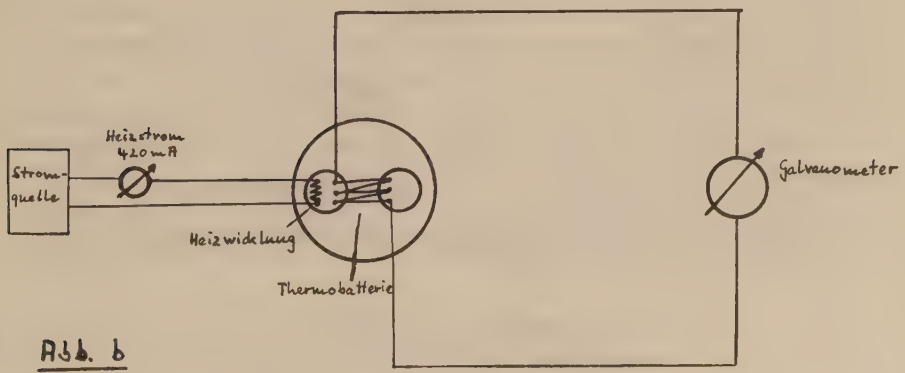


Abb. b

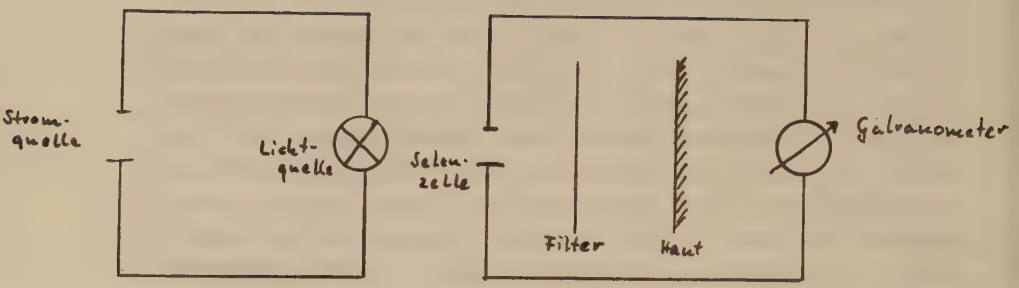

Strom-
quelle
Licht-
quelle
Selen-
zelle
Filter
Haut
Galvanometer

Abb. c

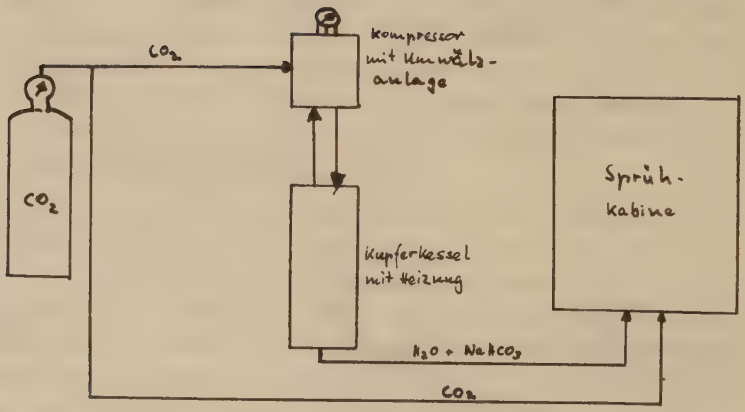

CO_2
Kompressor
mit Kühlwas-
anlage
CO_2
Kupferkessel
mit Heizung
Sprüh-
kabine
$H_2O + NaHCO_3$
CO_2

Abb. d

VERSUCHS-PERSONENAUSWAHL

Als Versuchspersonen dienten uns je 3 männliche und 3 weibliche Jugendliche im Alter von 18 bis 27 Jahren. Es handelte sich durchwegs um kreislaufgesunde Probanden und um Personen, deren Körper durch Sonnenbäder nicht gebräunt war, um die Messung der Hautrötung nicht unnütz zu erschweren. Durchschnittsgröße betrug 172 cm, das Durchschnittsgewicht 67,9 kg.

APPARATUR

Die Versuche wurden in einem Raum der physikalisch-therapeutischen Abteilung des Rieder-Institutes durchgeführt. Die Besprühungen erfolgten in einem Sprühbad, dessen Aufbau im wesentlichen dem in Bad Wiessee verwendeten Typ (Abb.d) entsprach. Das Sprühbad ist eine kubische, über einem Abfluß stehende Kabine von 1 cbm Rauminhalt, deren Stahlrohrgerüst mit wasserdichten Plastikstoffen verkleidet ist und an deren Innenwänden 18 Druckluft-gespeiste Zweistoffdüsen für die Versprühung des Wassers und CO_2-Gases sorgten. Diese Düsen ermöglichten es, daß der Sprühkegel von einem CO_2-Gemisch umgeben war. Die Düsen (Abb.e) hatten getrennte Wasser- und Gaszuleitungen. Sie waren so verteilt, daß ihre Sprühkegel gleichmäßig die gesamte Hautoberfläche bestrichen. Das Wasser zum Besprühen wurde vor Versuchsbeginn mit 3,2 g $NaHCO_3$ pro 1 kg Leitungswasser versetzt. Das entspricht dem Gehalt an $NaHCO_3$ des Bad Wiesseer Quellwassers. In 60 Liter Leitungswasser wurden 192 g $NaHCO_3$ (Natriumbikarbonat) gelöst und mit Druckluft in einen über der Kabine angebrachten Kupferkessel gepreßt. In dem Kupferkessel konnte das Wasser auf

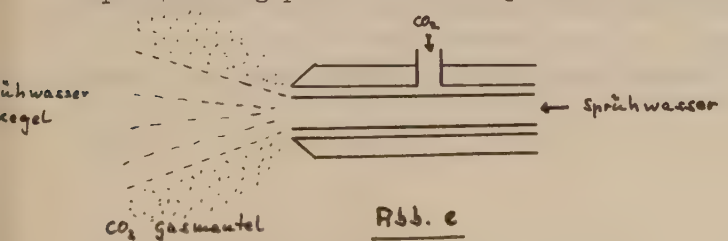


Abb. e

einer beliebigen Temperatur konstant gehalten werden. In der Behandlungskabine stand ein Stuhl, dessen Sitz und Rückenlehne aus einem besonders weitmaschigen Plastikgeflecht bestand, um so die Haut möglichst lückenlos mit dem versprühten Wasser in Kontakt bringen zu können. An der Rückenlehne des Stuhls war, ähnlich wie beim zahnärztlichen Behandlungsstuhl, eine verstellbare Kopfstütze angebracht. Das Wasser wurde durch Einleiten von CO_2-Gas in den Kessel mit Kohlensäure imprägniert. Gleichzeitig wurde eine Umwälzanlage an den Kessel gebaut, durch die es möglich war, das Gas über der im Kessel stehenden Flüssigkeit abzusaugen und wieder unten in den Kessel hineinzupumpen. Auf diese Weise wurde das Wasser ständig durcheinandergewirbelt und seine Imprägnierung mit CO_2-Gas ohne größeren CO_2-Verlust beschleunigt. Der in Lösung gegangene Teil an CO_2 wurde durch kontinuierliche Zugabe von CO_2-Flaschengas so lange ersetzt, bis der an einem Manometer ablesbare Druck im Kesselpumpensystem trotz Unterbrechung der CO_2-Zufuhr gleich blieb, d.h. bis die maximale Löslichkeit von CO_2-Gas im Wasser bei einem bestimmten Druck von 2 atü und unter bestimmten Temperaturen (28, 32 und 35° C) erreicht war. Die Temperaturen im Kupferkessel wurden durch eine eingebaute Heizspirale auf die gewünschte Höhe gebracht und mittels eines eingebauten Thermometers und eines Siemens-Mehrfarbenschreibers, an den ein Thermofühler angeschlossen war, kontrolliert. Das imprägnierte Bikarbonatwasser wurde während des Bades mit 2 atü CO_2 als Druckmittel versprüht. Gleichzeitig wurde CO_2-Gas den einzelnen Zweistoffdüsen zugeführt. Dabei mußte die physikalische Besonderheit der aus der Kohlensäureflasche austretenden CO_2 berücksichtigt werden, die durch den großen Wärmeverbrauch bei ihrer Expansion zu einem Einfrieren des Flaschenventils geführt hätte. Eine Erwärmung des austretenden CO_2 war also erforderlich und geschah durch ein dem Ventil vorgeschalteten elektrischen Erhitzer. Die Raumtem-

peratur wurde, um gleiche Verhältnisse bei allen Versuchen zu schaffen, mit 2 elektrischen Heizlüftern der Marke Fakir, die an ein Thermostat geschaltet waren, auf 30° C konstant gehalten.

Versuchsanordnung

Die Versuchsperson saß während des Versuchs in entspannter Haltung mit nahezu ausgestreckten Beinen, den Kopf auf der Kopfstütze auf dem geflochtenen Rohrstuhl in der Sprühkabine. Der Wärmeleitungsmesser war im Epigastrium mittels wasserdichtem Leukoplast angelegt. Während aller Versuche wurde die Raumtemperatur auf 30° C konstant gehalten.

Versuchsverlauf

Eine halbe Stunde vor Versuchsbeginn kam die Versuchsperson mit Badehose bzw. Bikini bekleidet in den Versuchsraum, um sich während dieser Zeit an Raumtemperatur und Umgebung zu gewöhnen. Nach dieser Ruhepause wurde bei dem Probanden die Eichung für die Hautrötungsmessung vorgenommen. Zuerst wurde mit dem Photometer die normale Hautrötung am Oberschenkel/Oberarm/Bauch/Brust/Seite oben/Seite unten gemessen und die Ausschläge auf dem Galvanometer notiert, dann wurde eine dünne, gut durchsichtbare Plexiglasscheibe auf einen kleinen Hautbezirk am Oberschenkel gepreßt und somit in diesem Bezirk eine Anaemie erzeugt. Durch diese Plexiglasscheibe wurde dann die Hautrötung in diesem anaemischen Bezirk gemessen. Zuletzt wurde dieser Hautbezirk am Oberschenkel mit Forapin-Liniment bestrichen. Das Liniment wurde 5 Minuten auf der Haut belassen und dann abgewischt. Die deutlich sichtbare vermehrte Hautrötung in diesem Bereich wurde dann mit dem Photometer gemes-

sen. So wurden die Werte für die minimale, normale und maximale Hautrötung ermittelt. In der Sprühkabine wurde dem Probanden nach vorher geschilderter Weise der Wärmeleitungsmesser angelegt. Sobald der Zeiger des Galvanometers sich auf die normale Wärmeleitung der Haut eingependelt hatte, wurde mit dem Versuch begonnen. Das Sprühbad dauerte in jedem Fall 10 Minuten. Die Änderung der Wärmeleitfähigkeit der Haut wurde jede Minute am Galvanometer abgelesen. Die Umrechnung von Skt. in $\Delta\lambda$ erfolgte über die Messung der Galvanometerausschläge bei Körpern mit bekannter Wärmeleitzahl wie Plexiglas $\lambda = 4{,}67\ 10^{-4}$ cal/cm sec ^{o}C und SF 10 Glas $\lambda = 17{,}9\ 10^{-4}$ cal/cm sec ^{o}C. Nach Ende des Sprühbades wurde sofort an 6 verschiedenen Körperstellen (Oberschenkel, Oberarm, Brust, Bauch, Seite oben, Seite unten) die Hautrötung gemessen.

Untersuchungsergebnisse

Im folgenden Teil werden Mittel- und Einzelwerte aller gemessenen Größen der untersuchten Versuchspersonen beschrieben.

1. Wärmeleitfähigkeit

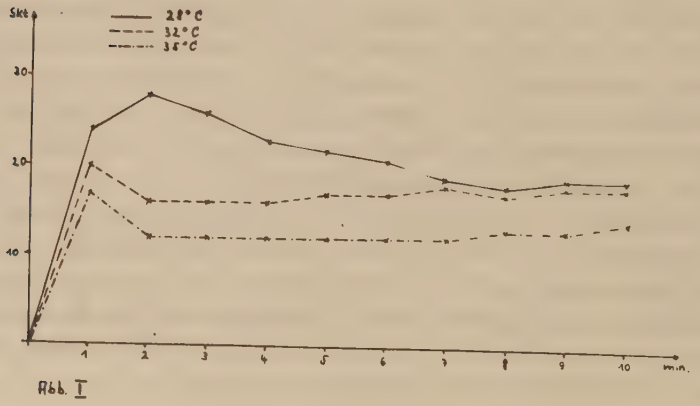


Abb. I

Wärmeleitungsmessung Versuchsperson A
1 Skt. = $\Delta\lambda$ 0,145 10^{-4} cal/cm sec ^{o}C

Wie in der Abb. I zu sehen ist, steigt bei der Versuchsperson A die Wärmeleitfähigkeit bei 28° C am höchsten an. Sie erreicht innerhalb der ersten beiden Minuten bei allen drei Temperaturen ihren Höchstwert und am Ende des Versuches bestanden nur noch geringfügige Wärmeleitungsdifferenzen in Bezug auf die drei Temperaturen.

Die Wärmeleitungsänderung
im Sprühbad von 28° C betrug 3,190 . 10^{-4} cal/cm sec °C
im Sprühbad von 32° C betrug 2,465 . 10^{-4} cal/cm sec °C
und im Sprühbad von 35° C betrug 1,885 . 10^{-4} cal/cm sec °C

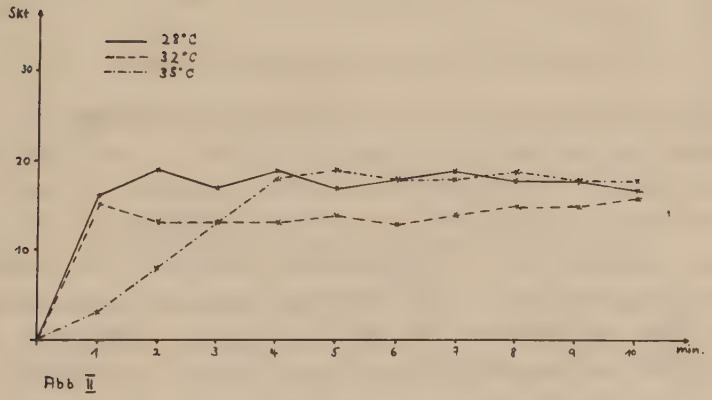


Abb II

Wärmeleitungsmessung Versuchsperson B

Ein ähnliches Kurvenbild findet sich bei der Versuchsperson B (Abb.II). Die Wärmeleitfähigkeit erreicht in den Anfangsminuten ihren Höchstwert und gegen Ende des Versuches ist die Wärmeleitungsdifferenz bei den einzelnen Temperaturen sehr niedrig.

Hier betrug die Wärmeleitungsänderung

bei 28° C 2,610 . 10^{-4} cal/cm sec °C
bei 32° C 2,130 . 10^{-4} cal/cm sec °C
und bei 35° C 2,175 . 10^{-4} cal/cm sec °C

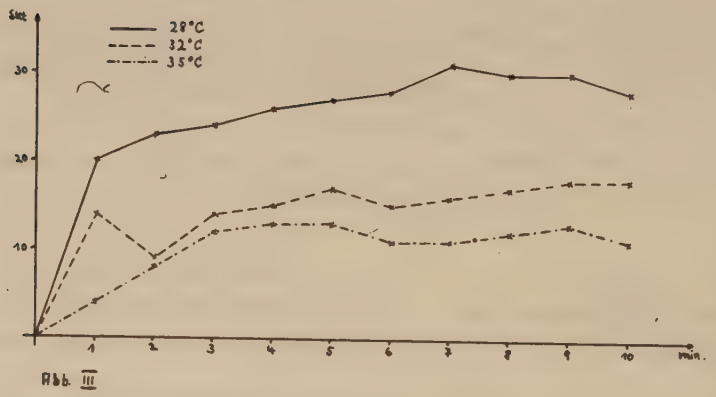


Abb. III

Wärmeleitungsmessung Versuchsperson C

Bei der Versuchsperson C (Abb.III) ist ebenfalls der Anstieg der Wärmeleitfähigkeit in den ersten Minuten am größten; im Gegensatz zu den anderen Kurvenbildern steigt die Wärmeleitfähigkeit bei den Temperaturen bis zum Ende des Versuches leicht an. Bei der Temperatur von 28° C ist die Wärmeleitung eindeutig am größten, bei der Temperatur von 35° C dagegen am niedrigsten.

Die Wärmeleitungsänderung betrug

bei 28° C 3,915 . 10^{-4} cal/cm sec °C
bei 32° C 2,175 . 10^{-4} cal/cm sec °C
und bei 35° C 1,595 . 10^{-4} cal/cm sec °C

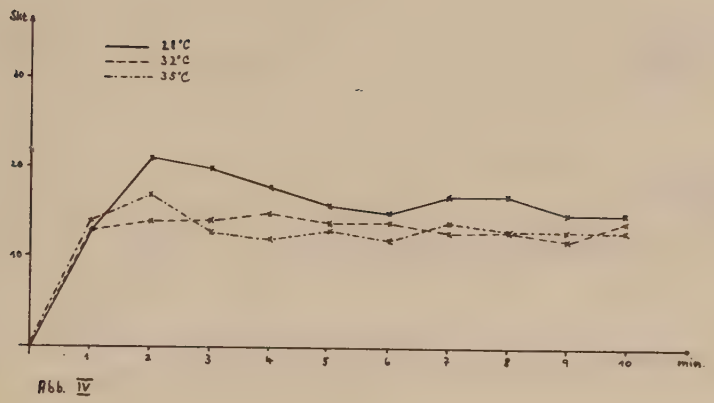


Abb. IV

Wärmeleitungsmessung Versuchsperson D

Bei der Versuchsperson D (Abb.IV + VI) zeigt sich ein ähnliches Ergebnis wie bei Vp. A und Vp. B, nämlich ein maximaler Anstieg der Wärmeleitfähigkeit in den ersten Minuten und nur geringfügige Differenzen bei den verschiedenen Temperaturen.

Es ergab sich bei der Versuchsperson D eine Wärmeleitungsänderung bei der Temperatur von 28° C um $2{,}465 \cdot 10^{-4}$ cal/cm sec $^{\circ}$C
" " " " 32° C um $2{,}130 \cdot 10^{-4}$ " " " "
und " " " " 35° C um $1{,}885 \cdot 10^{-4}$ " " " "

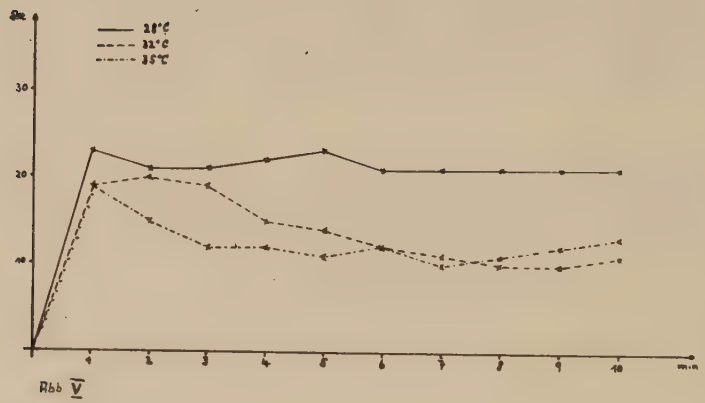
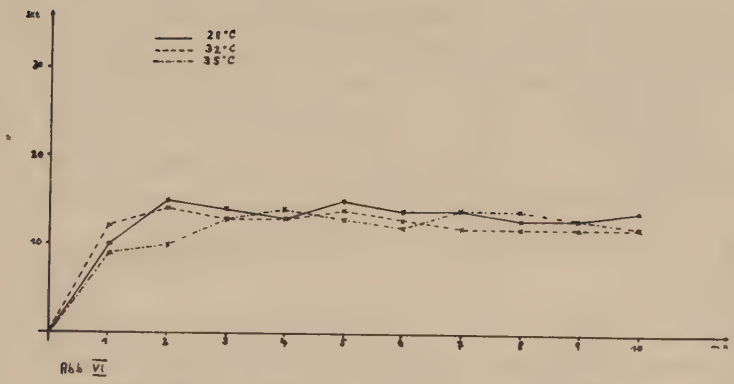


Abb V

Wärmeleitungsmessung Versuchsperson E

Die Ergebnisse bei der Versuchsperson E (Abb.V) zeigen, daß die Wärmeleitfähigkeit bei allen Temperaturen in der ersten Minute ihr Maximum erreicht und sich dann bei der Temperatur von 28° konstant hält, während die Wärmeleitfähigkeit bei den Temperaturen von 32° und 35° bis zum Ende des Versuches geringfügig absinkt.

Die Wärmeleitungsänderung bei der Versuchsperson E beträgt
bei 28° C $2{,}130 \cdot 10^{-4}$ cal/cm sec $^{\circ}$C
bei 32° C $1{,}885 \cdot 10^{-4}$ cal/cm sec $^{\circ}$C
und bei 35° C $1{,}740 \cdot 10^{-4}$ cal/cm sec $^{\circ}$C



Wärmeleitungsmessung Versuchsperson F

Der Verlauf der Wärmeleitungsänderung bei der Versuchsperson F zeigt bei den verschiedenen Temperaturen nur wenig Unterschiede.

Für die Wärmeleitungsänderung ergibt sich
bei 28° C ein Wert von $3{,}045 \cdot 10^{-4}$ cal/cm sec $^{\circ}$C
bei 32° C ein Wert von $2{,}130 \cdot 10^{-4}$ cal/cm sec $^{\circ}$C
und bei 35° C ein Wert von $1{,}885 \cdot 10^{-4}$ cal/cm sec $^{\circ}$C

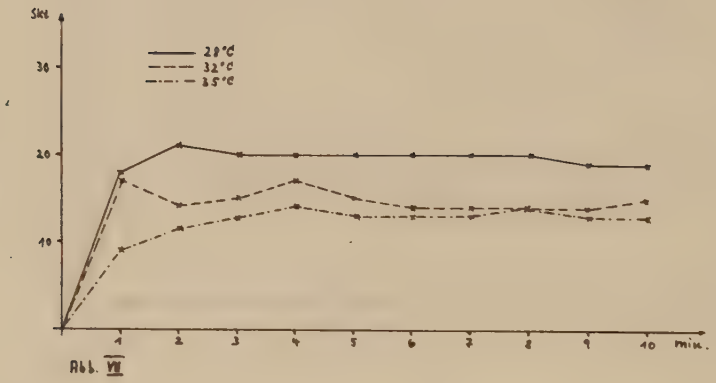


Abb. VII

Die errechneten Durchschnittswerte der Wärmeleitfähigkeit bei den verschiedenen Temperaturen sind in Abb.VII graphisch dargestellt. Hierbei zeigt die Wärmeleitfähigkeit bei der niedrigsten Temperatur von Anfang bis Ende die höchsten Werte, bei der höchsten Temperatur die kleinsten Werte.

$\Delta\lambda$ bei der Sprühbadtemperatur von 28° C beträgt $2{,}893 \cdot 10^{-4}$ cal/cm sec °C, bei der Temperatur von 32° C $2{,}153 \cdot 10^{-4}$ cal/cm sec °C und bei 35° C nur $1{,}861 \cdot 10^{-4}$ cal/cm sec °C.

2. Hautrötung

Wie oben geschildert, wurde die Hautrötung vor und nach dem Bad an 6 verschiedenen Körperstellen gemessen und daraus ein Mittelwert errechnet. Bei den unten angeführten Ergebnissen wurde der Wert des Galvanometers bei Anaemie als Nullpunkt angenommen.

Die gemessenen Werte werden in den unten folgenden Tabellen angeführt.

Versuchsperson A

Tab. 1

Sprühtemperatur	28°	32°	35°
normale Hautrötung	80 Skt.	88 Skt.	75 Skt.
Rötung nach dem Bad	90 Skt.	94 Skt.	97 Skt.
Rötung mit Forapin	110 Skt.	125 Skt.	107 Skt.

Versuchsperson B

Tab. 2

Sprühtemperatur	28°	32°	35°
normale Hautrötung	65 Skt.	66 Skt.	54 Skt.
Rötung nach dem Bad	89 Skt.	86 Skt.	87 Skt.
Rötung mit Forapin	110 Skt.	96 Skt.	109 Skt.

Versuchsperson C

Tab. 3

Sprühtemperatur	28°	32°	35°
normale Hautrötung	61 Skt.	71 Skt.	64 Skt.
Rötung nach dem Bad	85 Skt.	84 Skt.	88 Skt.
Rötung mit Forapin	110 Skt.	108 Skt.	110 Skt.

Versuchsperson D

Tab. 4

Sprühbad	28°	32°	35°
normale Hautrötung	84 Skt.	40 Skt.	30 Skt.
Rötung nach dem Bad	87 Skt.	68 Skt.	51 Skt.
Rötung mit Forapin	109 Skt.	100 Skt.	105 Skt.

Versuchsperson E

Tab. 5

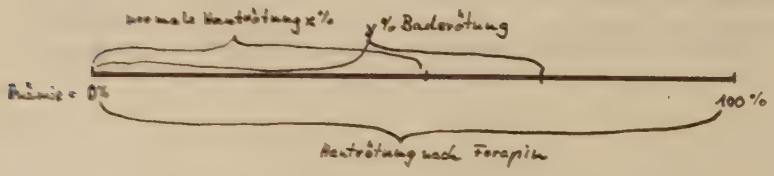
Sprühbad	28°	32°	35°
normale Hautrötung	70 Skt.	45 Skt.	48 Skt.
Rötung nach dem Bad	83 Skt.	73 Skt.	75 Skt.
Rötung mit Forapin	92 Skt.	100 Skt.	98 Skt.

Versuchsperson F

Tab. 6

Sprühbad	28°	32°	35°
normale Hautrötung	50 Skt.	62 Skt.	60 Skt.
Rötung nach dem Bad	74 Skt.	84 Skt.	75 Skt.
Rötung mit Forapin	94 Skt.	97 Skt.	90 Skt.

Zur besseren Übersicht wurde die Hautrötung nach dem Bad im Vergleich zur normalen Hautrötung in der Abbildung VIII graphisch dargestellt. Hierbei wurde der Ausschlag am Galvanometer bei der Forapin-Hautrötung als 100 % gerechnet, die jeweiligen Ausschläge nach der Bad-Rötung und die normale Hautrötung als x % bzw. y %.



Dabei ergab sich nach dem Sprühbad von 28° C eine Vermehrung der Hautrötung bei der Versuchsperson A um 9,1 %, bei der Versuchsperson B um 21,8 %, bei der Versuchsperson C um 21,8 %, Versuchsperson D 48,6 %, Versuchsperson E 13,1 %, Versuchsperson F 25,5 %.

Nach dem Sprühbad von 32° C ergab sich eine Vermehrung der Hautrötung bei der Versuchsperson A um 4,8 %, Versuchsperson B 20,9 %, Versuchsperson C um 12,1 %, Versuchsperson D um 28,0 %, Versuchsperson E um 28,0 % und Versuchsperson F um 22,7 %.

Nach dem Sprühbad von 35° C ergab sich eine Vermehrung der Hautrötung bei der Versuchsperson A um 20,5 %, bei der Versuchsperson B um 30,2 %, Versuchsperson C 21,8 %, Versuchsperson D 20,0 %, Versuchsperson E 27,6 %, Versuchsperson F 16,7 %.

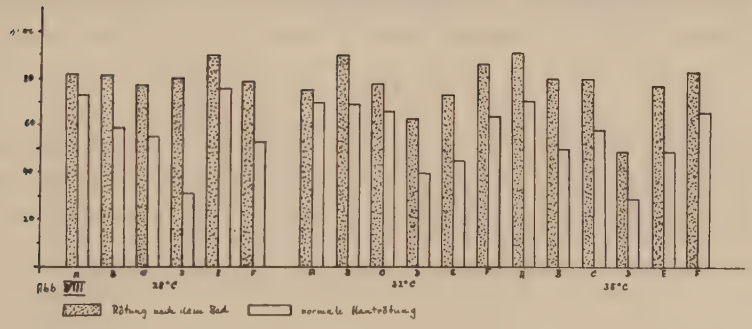


Abb VIII

Die Durchschnittswerte ergaben bei der Sprühbadtemperatur von 28° C eine durchschnittliche Steigerung der Hautrötung um 23,3 %, bei der Sprühbadtemperatur von 32° C eine durchschnittliche Steigerung der Hautrötung um 19,4 % und bei der Sprühbadtemperatur von 35° C eine durchschnittliche Steigerung der Hautrötung um 19,8 %. Hierbei ist auffallend, daß die Steigerung der Hautrötung beim Sprühbad von 32° C und 35° C annähernd gleich ist, während sie beim Sprühbad von 28° C wesentlich höher liegt.

Eine andere graphische Darstellung wurde noch in Abbildung IX gewählt. Hierbei wurde die Differenz von normaler Hautrötung zur Forapinrötung als 100 % gerechnet und die Differenz von normaler Hautrötung zur Bad-Rötung als x %.

Dabei ergab sich bei der Sprühbadtemperatur von 28° C eine durchschnittliche Steigerung der Hautrötung um 53,3 %, bei der Sprühbadtemperatur von 32° C eine durchschnittliche Steigerung der Hautrötung um 46,4 % und bei der Sprühbadtemperatur von 35° C eine durchschnittliche Steigerung um 52,2 %.

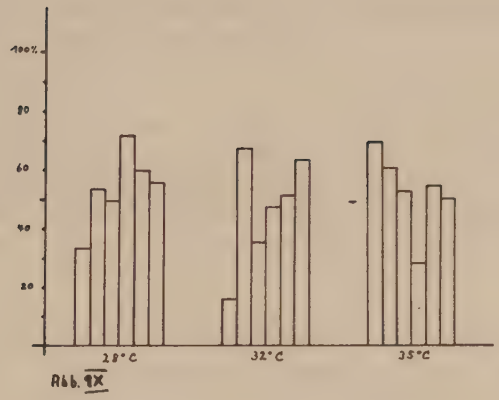


Abb. 9X

Hautrötung nach dem Bad
(1 Säule = 1 VP)

Bei der Messung der Hautrötung wurden noch die Meßergebnisse an den verschiedenen Körperstellen miteinander verglichen. Es waren jeweils 4 Meßstellen am Rumpf und 2 Meßstellen an den Extremitäten. Dabei wurden folgende Werte ermittelt.

Tab. 1a

Sprühtemperatur	28° Rumpf	28° Extrem	32° Rumpf	32° Extrem	35° Rumpf	35° Extrem
Rötung n. d. Bad	89 Skt.	93 Skt.	91 Skt.	94 Skt.	95 Skt.	101 Skt.
norm. Hautrötung	80 "	82 "	88 "	88 "	75 "	76 "

Tab. 2a

Sprühtemperatur	28° Rumpf	28° Extrem	32° Rumpf	32° Extrem	35° Rumpf	35° Extrem
Rötung n.d.Bad	86 Skt.	94 Skt.	83 Skt.	91 Skt.	82 Skt.	87 Skt.
norm. Hautrötung	66 "	63 "	68 "	64 "	55 "	52 "

Tab. 3a

Sprühtemperatur	28° Rumpf	28° Extrem	32° Rumpf	32° Extrem	35° Rumpf	35° Extrem
Rötung n.d.Bad	83 Skt.	88 Skt.	82 Skt.	87 Skt.	93 Skt.	105 Skt.
norm.Hautrötung	61 "	62 "	72 "	70 "	64 "	65 "

Tab. 4a

Sprühtemperatur	28° Rumpf	28° Extrem	32° Rumpf	32° Extrem	35° Rumpf	35° Extrem
Rötung n.d.Bad	85 Skt.	94 Skt.	63 Skt.	80 Skt.	73 Skt.	86 Skt.
norm.Hautrötung	33 "	37 "	40 "	41 "	30 "	30 "

Tab. 5a

Sprühtemperatur	28° Rumpf	28° Extrem	32° Rumpf	32° Extrem	35° Rumpf	35° Extrem
Rötung n.d.Bad	82 Skt.	85 Skt.	74 Skt.	71 Skt.	59 Skt.	77 Skt.
norm.Hautrötung	69 "	72 "	47 "	45 "	46 "	51 "

Tab. 6a

Sprühtemperatur	28° Rumpf	28° Extrem	32° Rumpf	32° Extrem	35° Rumpf	35° Extrem
Rötung n.d.Bad	75 Skt.	71 Skt.	85 Skt.	82 Skt.	75 Skt.	76 Skt.
norm.Hautrötung	51 "	48 "	63 "	60 "	60 "	61 "

Diese Ergebnisse zeigen, daß die Werte der Hautrötung an den Extremitäten in 5 Versuchen konstant über den Werten der Hautrötung am Rumpf liegt. Nur bei einer Versuchsperson war die Hautrötung an Extremitäten und Rumpf gleich groß.

Subjektiv wurden die Kohlensäuresprühbäder mit 32° C von allen Versuchspersonen am angenehmsten empfunden, während bei den Kohlensäuresprühbädern von 35° C die Probanden ein Hitzegefühl angaben und bei den Sprühbädern von 28° C am Anfang einen Kälteschauer, aber dann die Mehrzahl doch ein angenehmes Badegefühl angaben.

Nach dem Bad klagte keine der Versuchspersonen über Müdigkeit oder Schweregefühl in den Beinen, wie es von verschiedenen Autoren als unmittelbare Wirkung von Kohlensäurebädern geschildert wurde.

DISKUSSION

Vorausschickend muß gesagt werden, daß die hauptsächlich zur Diskussion herangezogene Literatur sich mit Hautrötung und Wärmeleitungsänderung in und nach dem Kohlensäurevollbad befaßt. TOLLE hat beschrieben, wie es bei Bädern mit CO_2 imprägnierter Bikarbonatlösung und zusätzlicher Gasfüllung der Kabine und bei Kohlensäuresprühbädern zu einer kräftigen Hautrötung gekommen ist. Die CO_2-Aufnahme durch die Haut ist in den CO_2-Sprühbädern sicherlich auch wie in den Wasserbädern von dem Diffusionsgesetz abhängig, nachdem die Diffusion von Gasen durch eine Membran proportional zu der Spannungsdifferenz zwischen beiden Seiten der Membran erfolgt. Bei den herkömmlichen Wasserbädern betrug die Konzentration 1 g freie, gelöste Kohlensäure pro kg Wasser; das entspricht bei 35° C einer Spannung von 687 mm Hg. Bei diesen Bädern wurde immer eine kräftige Hautrötung beobachtet.

Wie WEIGMANN und SCHMIDEWOLF beschreiben, fördert Wasser die Diffusion von CO_2 in die Haut. TOLLE hat bei vergleichenden Messungen im Kohlensäuregas, -Wasser- und Kohlensäuresprühbad im letzteren die höchste CO_2-Konzentration gemessen. Damit wäre das CO_2-Sprühbad geeignet, den bisher erreichten Wirkungsgrad der CO_2-Gasbäder und CO_2-Wasserbäder zu übertreffen.

Bisher wurden folgende Reaktionen auf CO_2-Bäder beschrieben:

1. Es trat Hyperämie und subjektives Wärmeempfinden auf.
2. Die Hyperämie tritt im reinen Gasbad später auf als im indifferenten Solbad, was seine Erklärung darin findet, daß im reinen Gasbad die Feuchtigkeit des Bademilieus noch fehlt.

3. Im Kapillarbild kam es zu folgenden Erscheinungen: Strömungszunahme, Aufschießen vorher nicht sichtbarer Plexusschenkel und eine Erweiterung der Äste im subpapillären Venenplexus.

Betrachtet man nun die Ergebnisse von Messungen der Hautrötung und Wärmeleitung in Kohlensäuresprühbädern verschiedener Temperatur, so fällt folgendes auf: Die Wärmeleitungsänderung $\Delta\lambda$ der Haut erreicht bei der Sprühbadtemperatur von 28° C bei allen Versuchspersonen die höchste Steigerung und zeigt bei der Temperatur von 35° C die geringste Steigerung. Die Werte bei der Sprühbadtemperatur von 32° C liegen nur geringfügig über denen bei der Temperatur von 35° C. Der errechnete Mittelwert von $\Delta\lambda$ bei der Temperatur von 28° C beträgt $2{,}893 \cdot 10^{-4}$ cal/cm sec °C und liegt damit eindeutig über dem von 32° C (er beträgt $2{,}153 \cdot 10^{-4}$ cal/cm sec °D) und von 35° C (er beträgt $1{,}861 \cdot 10^{-4}$ cal/cm sec °C).

Die Messung der Hautrötung nach dem Bad ergab bei der Sprühbadtemperatur von 28° C eine durchschnittliche Steigerung der Hautrötung um 23,3 %, bei der Sprühbadtemperatur von 32° C eine durchschnittliche Steigerung von 19,4 % und bei der Sprühbadtemperatur von 35° C eine durchschnittliche Steigerung um 19,8 %. Damit ist übereinstimmend bei beiden Meßverfahren die Hautdurchblutung, die sich in der vermehrten Wärmeleitfähigkeit bzw. Hautrötung darstellt, bei der Sprühbadtemperatur von 28° C am größten. Bei den Temperaturen von 32° C und 35° C bestehen ebenfalls übereinstimmend in beiden Meßverfahren nur geringfügige Unterschiede der Hautdurchblutung. Dieses Ergebnis wird noch bestätigt durch den Vergleich der Wärmeleitungsmessung und Hautrötungsmessung knapp neben dem Auflagepunkt des Zweiplattenelementes, nämlich am Bauch unterhalb des Epigastriums. Bei drei Versuchspersonen ist die Hautrötung beider Temperatur von 28° C am größten, bei zwei Versuchspersonen bestehen keine deutlichen Unterschiede und bei einer Person ist die Hautrötung bei 32° C am größten.

Die Zuverlässigkeit der Werte, welche bei der Messung der Hautrötung erzielt wurde, wird beeinträchtigt durch den unterschiedlichen Pigmentgehalt der Haut der einzelnen Versuchspersonen. Deshalb wurden durchwegs keine sonnengebräunten Probanden zu den Versuchen herangezogen.

Fehler traten noch durch die spiegelnde Reflexion bei dem photoelektrischen Verfahren auf. Da es sich hier aber nicht um absolute Meßwerte handelt, sondern um vergleichende Ergebnisse, dürfte diese Fehlerquelle nicht so gewichtig sein. Daß die Stärke der Hautrötung der einzelnen Personen nicht unbeträchtlich voneinander abweicht, überrascht nicht, wenn man bedenkt, wie individuell verschieden das Hautorgan auf alle äußeren Reize reagiert (CURTIUS). Die Werte zwischen Anaemie und maximaler Hautrötung durch Forapin bewegen sich bei allen Versuchspersonen zwischen 90 Skt. und 125 Skt.

Dasselbe gilt in diesem Punkt auch für die bei den einzelnen Probanden stark schwankenden Werten der Wärmeleitungsmessung. Schwankungen der Werte an den verschiedenen Versuchstagen und Versuchszeiten wurden nicht beobachtet.

Fehler bei der Wärmeleitungsmessung der Haut mit dem Zweiplattenelement können entstehen durch den Einfluß des Auflagedruckes, durch die Gefahr der Verkantung des Elementes und die nicht sorgfältig genug durchgeführte Abdichtung des Elementes gegen die Feuchtigkeit des Bades.

"Bei systematischer Steigerung des Auflagedruckes zeigt sich, daß die Durchblutungsminderung nicht einfach druckpassiven Effekten folgt. Vielmehr lassen sich - besonders bei Auflagedrucken oberhalb 20 g/cm^2 - nach initialen Einschränkungen nachfolgende Wiederanstiege der Durchblutungswerte beobachten. Dabei können die Ausgangswerte wieder erreicht oder sogar überschritten werden" (GOLENHOFEN, HENSEL,

HILDEBRANDT). Höhere Auflagedrucke als 20 g/cm^2 wurden durch die Befestigung mit wasserdichtem Leukoplast sicherlich nicht erreicht, sodaß diese Fehlerquelle weitgehend ausgeschaltet wurde. Die beiden weiteren Fehlerquellen lassen sich durch entsprechende Sorgfalt vermeiden. Natürlich wurde auch vermieden, das Zweiplattenelement in der Nähe oberflächlich gelegener, größerer venöser Blutgefäße anzulegen, um nicht dadurch eine Verzerrung der Ergebnisse zu erhalten. Die Eindringtiefe des Elementes liegt nach Aussagen von GOLENHOFEN, HENSEL und HILDEBRANDT zwischen 1,4 und 3,7 mm, sodaß tiefer liegende arterielle Blutgefäße keinen Einfluß mehr auf die Wärmeleitungsmessung haben. Dieselben Autoren schreiben der wechselnden statischen Blutfülle der Haut keinen nennenswerten Einfluß auf die Wärmeleitfähigkeit zu.

Wenn man die Hautrötung und gesteigerte Wärmeleitfähigkeit der Haut als Ausdruck der vermehrten Durchblutung bei den verschiedenen Sprühbadtemperaturen betrachtet, fällt auf, daß die höchsten Werte im Sprühbad von 28° C erreicht werden, in den Sprühbädern von 32° C und 35° C annähernde gleiche Werte zustande kommen. HENTSCHEL 1967 hat in seiner Arbeit schon beschrieben, daß bei CO_2-Wasserbädern von 30° - 35° C in der Intensität der Hautrötung keine deutlichen Unterschiede auftreten.

Die Erklärung für die gesteigerte Hautrötung und Wärmeleitfähigkeit im Sprühbad von 28° C kann einerseits darin liegen, daß bei 28° C eine höhere CO_2-Konzentration im Badewasser erreicht wird als bei 32° C und 35° C. Andererseits kommt es durch das Sprühbad von 28° C zu einem stärkeren Hautreiz durch die Kälteeinwirkung als bei Temperaturen von 32° C bzw. 35° C. SENATOR und FRANKENHÄUSER sprechen von einer sogenannten "thermischen Kontrastwirkung". "Wenn man ein kohlensäurehaltiges Bad von 28° C besteigt, so erhält man zunächst von dem Wasser, das unter seinem Indifferenz-

punkt temperiert ist, einen Kältereiz. Die Stellen, welche sich dann mit Kohlensäurebläschen bedecken und durch diese vom Wasser getrennt werden, erhalten von dem über seinem Indifferenzpunkt temperierten Kohlensäuregas einen Wärmereiz. Im Kohlensäurebad findet also nicht nur ein häufiger Wechsel zwischen Kältereiz und Wärmereiz statt, sondern es bestehen auch Kältereize und Wärmereize dicht nebeneinander an zahllosen Stellen der Haut. Es kommt daher zu ganz austhermischen Kontrastwirkungen." BAHRMANN hat darauf hingewiesen, daß diese "thermischen Kontrastwirkungen" hauptsächlich für Kohlensäurebäder von 28° C, aber nicht für solche mit höheren Temperaturen in Betracht kommen.

Zu diskutieren ist noch die Frage, inwieweit der seitliche Wärmeabstrom die Messung der Wärmeleitfähigkeit bei den verschiedenen Sprühbadtemperaturen von 35° C, 32° C und 28° C verfälscht. Der Wärmeabstrom ist bei der Temperatur von 28° C größer als bei den Temperaturen von 32° C und 35° C und führt also zwangsläufig bei 28° C zu einer größeren Fehlerbreite als bei 32° C und 35° C.

Auch so lassen sich die abweichenden Meßwerte bei der Sprühbadtemperatur von 28° C gegenüber von denen bei 32° C und 35° C erklären.

ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit sollte festgestellt werden, ob Hautrötung und Wärmeleitung in Kohlensäuresprühbädern von verschiedenen Temperaturen unterschiedliche Meßergebnisse liefern. Untersucht wurden 6 gesunde, jugendliche Versuchspersonen, bei denen jeweils 3 Sprühbäder mit der Temperatur von 28° C, 32° C und 35° C durchgeführt wurden. Zur Messung der Hautrötung mußte eine Apparatur entwickelt werden, die, möglichst unabhängig vom Pigmentgehalt der Haut, die Hautrötung ermitteln konnte. Es wurde eine Photozelle angewandt, deren Lichtquelle ein Grünfilter von 550 nm vorgeschaltet war. Es wurde folgendes festgestellt:

1. Sowohl bei der Hautrötung als auch bei der Wärmeleitungsmessung trat der größte Wert auf bei einer Sprühbadtemperatur von 28° C.
2. Die gemessenen Werte von Hautrötung und Wärmeleitung bei der Sprühbadtemperatur von 32° C und 35° C lagen deutlich unter der von 28° C und unterschieden sich untereinander nur wenig.
3. Alle Versuchspersonen gaben bei der Sprühbadtemperatur von 32° C ein angenehmes Wärmegefühl an.
   Bei der Sprühbadtemperatur von 35° C kam es teilweise zu Hitzegefühl und Schweißsekretion.
   Die Sprühbadtemperatur von 28° C wurde von allen Versuchspersonen anfangs als kühl, nach einigen Minuten jedoch als angenehm empfunden.
4. Nach dem Bad klagte keine der Versuchspersonen über Müdigkeit oder Schweregefühl in den Beinen, wie es von verschiedenen Autoren als unmittelbare Wirkung von Kohlensäurebädern geschildert wurde.
5. Beim Zustandekommen dieses Ergebnisses spielen sowohl die thermischen Kontrastwirkungen der CO_2-Sprühbäder, die be-

sonders ausgeprägt sind bei der Temperatur von 28° C, eine Rolle, als auch die Fehlerquelle des seitlichen Wärmeabstromes (bei der Messung der Wärmeleitung), die bei 28° C besonders ausgeprägt ist.

Eine endgültige Klärung dieser Ergebnisse ist wohl nur mit anderen Meßverfahren, nämlich mit denen der Venenverschlußmethoden zu erreichen.

Literaturverzeichnis

Bahrmann, F. — Über die Zweckmäßigkeit der Verwendung der Kohlensäurebäder nach Zucker. Berlin 1907; Zit. n. Kleeberg 1912

Benatt, A. — Über die Kreislaufwirkung der CO_2-Thermalbäder vom Standpunkt des Capillarsystems. Med.Welt 5, 492-493 (1931)

Benatt A.; Hönighaus, L. — Das Verhalten der Hauttemperatur unter dem Einfluß von Kohlensäuregasbädern. Z. klin. Med. 126:485 (1934)

Benatt, A.; Hönighaus, L. — Der Einfluß natürlicher kohlensaurer Solbäder auf die subpapillären Venenplexus der Haut (ausgehend von klin. Beobachtungen an Acrocyanosen). Z. klin. Med. 126, 201-229 (1934)

Bode, F. — Nauheim, seine natürlich warmen Solquellen und deren Wirkung. Fischer, Kassel 1845

Bruns, O.; König, F. — Über die Strömung in den Blutcapillaren der menschlichen Haut bei kalten und warmen Bädern und über die "Reaktion" in und nach kühle Wasser- u. Kohlensäurebädern. Z. phys. diätet. Ther. 24, 1-11 (1920)

Cobet, R.; v. Haebler — Über den Einfluß der Kohlensäuregasbäder auf den Menschen. Klin. Med., 112:134 (1930)

Curtius, F. — Klinische Konstitutionslehre. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1954

Dirnagl, K.; Fick, K.; Schneider, U. — Das "Sprühbad", eine neue balneotherap. Anwendungsform. Münch. med. Wschr. 103:2230 (1961)

Glax, J. — Balneotherapie F. Enke, 2. Auflage, Stuttgart 1906

Golenhofen, H.; Hensel, H-; Hildebrandt, G. — Durchblutungsmessung mit Wärmeleitelementen. G. Thieme Verlag, 1963

Gollwitzer-Meier,K. Die Hautgefäßwirkung der Bäder. Balneologe 1, 19-23 (1934)

Graefe, C.F.v. Die Gasquellen Süditaliens und Deutschlands. Reier, Berlin 1842

Gräupner, S. Ch. Die Balneotherapie der chron.Herzkrankheiten, ihr Mechanismus und ihre Beziehung zur Dynamik des Kreislaufs. Dtsch. med. Wschr. 22, 529-531 (1896)

Hediger, S. Experimentelle Untersuchungen über die physiologische Wirkung natürlicher Kohlensäurebäder. Mü. Wschr. 5, 751-754 (1926)

Hentschel, H.D. Vergleichende Untersuchungen zur Behandlung mit Kohlensäurebädern. Kongreßbericht 1961

Hentschel, H.D. Über die Hautrötung im Kohlensäurebad. Allg. Therapeutik 7

Hille, H. Zur Physiologie der Kohlensäurewirkung auf den Menschen. Arch. phys. Ther. (Lpz.) 18, 181-188 (1966)

Hille, H. und Burr Der CO_2-Gehalt künstlich hergestellter Kohlensäurebäder. Arch. phys. Ther. 3, 193 (1964)

Hille, H.; Baum, J.; Hertlein, W. Experimentelle Untersuchungen über die Kreislaufwirkung von Kohlensäure-Sprühbädern. Z. angew. Bäder-Klimatik. 11, 45-51 (1964)

Hirsch, F. Capillarmikroskopische Beobachtungen bei Bädern, speziell bei künstlichen Kohlensäurebädern. Z. ges. phys. Ther. 33, 92-94 (1927)

Hirschfeld, A. Die Wirkung kohlensäurehaltiger Bäder auf die Blutverteilung. Z. Balneol. 5, 368-382 (1923/1913)

Meyer, M. Über plethysmographische Untersuchungen in natürlichen Kohlensäurebädern. Veröff.Zentralst. Balneol.2, 255-268 (1915)

Müller, O.
Veiel, E. Studien an Wasser-, Kohlensäure-, Sauerstoff- und hydroelektrischen Bädern verschiedener Temperatur. II. Die Kohlensäurebäder. Volksmanns Samml.Klin.Vortr.194/196; 199/201 Barth, Leipzig 1911

Munk, F. — Die Ursache der peripheren Haut-Hyperämie im Kohlensäurebad. Z. Balneol. 6, 123-127 (1913)

Pfleiderer, H. — Zur Frage der spektralen Remission der menschlichen Haut unter dem Einfluß von Erythem und Pigment. Strahlentherapie, Band III, 3 (1960)

Piderit, K. — Die kohlensauren Gasquellen zu Bad Meinberg. Meyer, Lemgo 1836

Rotureau, A. — Die Mineralquellen zu Nauheim. Bnidernagel, Friedberg 1856

Scheidemantel, V. — Vergleichende Kreislaufuntersuchungen in den Luft- u. Kohlensäuresprühbädern bei gesunden Jugendlichen und bei Hypertonikern. Dissertation 1966

Schnelle, KW. — Experimentelle und klinische Untersuchungen über CO_2-Gasbäder. Arch. phys. Ther. 9:317, 1957

Senator, H. u. Frankenhäuser, K. — Zur Kenntnis der Wirkung von Kohlensäure- u. anderen gashaltigen Bädern. Therap. Gegenw. 45, 16-20 (1904)

Strassburger, J. — Untersuchungen über das Verhalten des Circulationsapparates bei natürlichen, kohlensäurehaltigen Thermalsolebädern. Med.Klin. 10, 978-983 (1914)

Thron, H.L. — Der Einfluß der Umgebungstemperatur auf die peripheren Blutgefäße. Z. angew. Bäder-Klimakh. 11, 36-44 (1964)

Tolle, U. — Untersuchungen zur Frage der biologisch wirsamen Grenzkonzentration in Kohlensäuregasbädern und in Kohlensäurewasserbädern als Voraussetzung für die Einrichtung eines Kohlensäure. bades. Dissertation München 1967

Weber, E. — Die Wirkung natürlicher und künstlicher Kohlensäurebäder sowie der Hochfrequenzbehandlung bei Herzkranken, kontrolliert durch die plethysmographische Arbeitskurve. Dtsch. med. Wschr. 44, 1233-1237, 1918

Witzleb, E. — Kritische Stellungnahme zur Balneotherapie funktioneller u. organ. Kreislauferkrankungen. Z. angew. Bäder-Klimakh.10, 420-430 (1963)

Weigmann, R. Schmidewolf — Zur Wirkung des Kohlendioxyds auf Schmerz- u. Druckempfindlichkeit der Haut. Arch. phys. Ther. 5:144 (1953)

Lebenslauf

Am 4. Dezember 1940 wurde ich als Sohn des Orthopädiemechanikermeisters Heinrich Rossmüller und seiner Ehefrau Gertrud, geb. Fiedler, in Lötzen geboren. Ich bekenne mich zum ev.-luth. Glauben. Im Jahre 1945 mußten wir Ostpreußen verlassen und kamen nach Kolbermoor, Kreis Bad Aibling. Dort besuchte ich 5 Klassen der Volksschule. In Rosenheim besuchte ich dann die Oberrealschule für eineinhalb Jahre. Mein Abitur machte ich im Juni 1961 an der Luitpold Oberrealschule Wasserburg/Inn. Im Jahre 1959 verstarb meine Mutter.

Die ersten 5 Semester meines Medizinstudiums studierte ich in Erlangen und bestand dort im Mai 1964 mein Physikum. Dann folgte das erste klinische Semester an der Universität in Kiel. Die folgenden 5 klinischen Semester absolvierte ich an der Universität München.

Nach Abschluß des Staatsexamens arbeitete ich als Medizinalassistent und jetzt als Assistenzarzt am Städtischen Krankenhaus Rosenheim.

Am 29.10.1965 heiratete ich Gabriele geb. Huber und lebe mit meiner Familie in Heiligblut bei Rosenheim.